Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin
im Oskar-Helene-Heim (Direktor: Professor Dr. med. Alfred N. Witt)

Ein Beitrag zur Verkalkung des Ligamentum iliolumbale

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin 1964

Vorgelegt von

Anne-Dorothea Cotta

aus Berlin

Druck von J. P. Peter, Gebr. Holstein, Rothenburg ob der Tauber

Dekan:	Professor Dr. med. Hugo Gasteiger
Referent:	Professor Dr. med. Alfred N. Witt
Korreferent:	Professor Dr. med. Hermann Franke

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am 24. April 1964

Sonderdruck aus
„Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie"
56. Band, 3. Heft 1964, Seite 277—307
Verlag von J. F. Bergmann, München

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung 277

B. Die Verkalkung und Verknöcherung von Bändern unter Berücksichtigung neuzeitlicher Ergebnisse der Bindegewebsforschung 279

C. Allgemeiner Teil 282

1. Entwicklungsgeschichtliche Betrachtung 282
2. Die Anatomie des Ligamentum iliolumbale unter Berücksichtigung anatomischer Abweichungen 283
3. Funktionelle Betrachtungsweise 283
4. Das Ligamentum iliolumbale im Röntgenbild 285

D. Spezieller Teil 287

1. Veränderungen des Ligamentum iliolumbale in Abhängigkeit von angeborenen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs 295
2. Veränderungen des Ligamentum iliolumbale in Abhängigkeit von erworbenen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs 297
3. Überlastungserscheinungen der Ligamenta iliolumbalia unter Berücksichtigung degenerativer Veränderungen des lumbosacralen Übergangs 301
4. Verkalkungen der Ligamenta iliolumbalia in Abhängigkeit von traumatischen Schädigungen 302
5. Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia bei entzündlichen Wirbelsäulenerkrankungen 303

E. Zusammenfassung 304

Literaturverzeichnis 306

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie 56, 277—307 (1964)

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin, Oskar-Helene-Heim
(Direktor: Prof. Dr. A. N. Witt)

Ein Beitrag zur Verkalkung des Ligamentum iliolumbale

Von

Anne-Dorothea Cotta

Mit 15 Textabbildungen (26 Einzelbilder)

(Eingegangen am 3. Februar 1964)

A. Einleitung

Wenn man sich mit krankhaften Veränderungen der Wirbelsäule beschäftigt, so sind die räumlichen Vorstellungen unter Berücksichtigung anatomischer Besonderheiten eine unerläßliche Voraussetzung. Betrachtet man nun die *Wirbelsäule als eine funktionelle Einheit* im Hinblick auf ihre völlig gegensätzlichen Aufgaben, nämlich der Statik und Mechanik, so muß festgestellt werden, daß die Wirbelsäule unter den Bauelementen des Haltungs- und Bewegungsapparates eine Sonderstellung einnimmt. Als wesentliches Kriterium im Vergleich zu einem Schaftknochen muß vor allem die Unterteilung in *starre* und *elastische* Anteile hervorgehoben werden. Dabei stellt der Wirbelkörper mit seinen Bögen, Quer- und Dornfortsätzen den starren und unelastischen Anteil dar, während die Bandscheiben, der Band- und Muskelapparat einschließlich der kleinen Wirbelgelenke den elastischen Teil bilden. Diese unterschiedlichen Bauelemente formen sich zu einer Funktionseinheit, die in sich geschlossen die gegensätzlichen Aufgaben der Statik und Mechanik ermöglichen, und die Bewegungen innerhalb der Segmente gewährleisten, ohne daß das Rückenmark bei Seiten- oder Drehbewegungen gezerrt oder abgeschert werden kann. Benninghoff vergleicht die Wirbelsäule mit einem *Schiffsmast*, der durch die seitliche Takelung gehalten wird. Das menschliche Becken wird in diesem Zusammenhang mit dem Schiffsdeck verglichen, in dem der Schiffsmast verankert ist. Hierbei muß jedoch nach A. N. Witt berücksichtigt werden, daß die Wirbelsäule im Vergleich zu einem Schiffsmast auf dem schrägen Kreuzbeinplateau befestigt und außerdem durch die physiologischen Krümmungen anderen statischen Gesetzen unterworfen ist. Nach Benninghoff wird nun in Abhängigkeit von der Funktion durch aktive oder passive Zugkräfte die Stellung dieses Mastes verändert. Kommt es zu einer Verkürzung eines der seitlichen Verankerungszüge, so ist zur Regulation des dynamischen Gleichgewichts eine Veränderung der Kraftleistung des gegensätzlichen Zuges erforderlich, um den Mast in der veränderten neuen Stellung im Gleichgewicht zu halten. Es liegt auf der Hand, daß Störungen dieser Regulationsmechanismen schwere Schäden der Statik und Dynamik dieses hochdifferenzierten Gebildes verursachen müssen.

Übertragen wir diese Gedankenvorgänge in die Klinik, so wird deutlich, welche mannigfaltigen Reaktionsmechanismen notwendig werden, um bei bestimmten Fehlhaltungen oder Fehlformen der Wirbelsäule (z. B. Skoliosen, Lordosen,

Kyphosen) das dynamische Gleichgewicht wieder herzustellen. Dies geschieht in den meisten Fällen auf Kosten eines Teiles der funktionellen Leistungsfähigkeit und Verminderung bestimmter Funktionsabläufe in bestimmten Bewegungssegmenten. Es treten hier ohne Zweifel ähnliche Vorgänge auf, wie wir sie im gesamten Organismus unter dem Begriff der Anpassung und der Form und Funktion immer wieder finden. Es werden immer wieder Bindegewebsreaktionen (Hypertrophie, Metaplasie) durch abnorme Zug- oder Druckbelastung hervorgerufen. Diese Gewebereaktionen im Bereich der Wirbelsäulensegmente führen entweder zu einer vermehrten Stabilität durch Verlust der normalen Mobilität der betroffenen Segmente oder zur Minderung der Stabilität auf Kosten der Zunahme der Mobilität.

Im Rahmen dieser Arbeit soll untersucht werden, inwieweit die oben beschriebenen Vorstellungen auf einen umschriebenen Teil eines für die Statik und Mechanik der Wirbelsäule sehr wichtigen Abschnitts, nämlich des *Lumbosacralbereiches*, zutreffen. Unser Ziel ist es, zu untersuchen, ob und inwieweit pathologische Veränderungen des Ligamentum iliolumbale im Sinne der Verkalkung von mechanischen Faktoren abhängig sind und unter Berücksichtigung biologischer Einwirkungen eintreten können.

Es ist bekannt, daß der *lumbosacrale Übergangsbereich* eine solche Fülle verschiedenartigster Formen aufweist, so daß KÖHLER diesen Bereich als *Lieblingssitz der Variationen* bezeichnete. Beim Studium der Literatur findet man die ersten Veröffentlichungen zu diesem Problem bereits in den Zwanziger Jahren. DOUB war der erste, der die klinische Bedeutung der Verkalkung des Ligamentum iliolumbale bei der Entstehung unklarer Kreuzschmerzen zu erklären versuchte. Nach ihm haben sich noch viele andere Autoren (SIMON, JANKER, REISNER, LEHMANN, ODESSKY, CHAPCHAL, RETTIG, ABESSER usw.) mit diesem Problem befaßt, wobei in den meisten Fällen die Veränderungen am Ligamentum iliolumbale in Abhängigkeit bestimmter Fehlformen oder Fehlhaltungen der Wirbelsäule, speziell der Lendenwirbelsäule und des lumbosacralen Übergangs, untersucht wurden.

Die Frage, inwieweit Veränderungen im Bereich der Ligamenta iliolumbalia *Beschwerden* verursachen können, wird in der Literatur mit großer Vorsicht behandelt. Nur einige Autoren (SIMON, LIEK usw.) nehmen dazu definitiv Stellung. Bei der Betrachtung dieses Problems werden zunächst die einzelnen Verknöcherungsformen der Bänder in Betracht gezogen. Daß eine vollkommene Verknöcherung der Bänder lokale Schmerzen verursachen kann, ist in hohem Maße unwahrscheinlich. In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß bei Erkrankungen oder Fehlformen im lumbosacralen Übergangsbereich, die zu einer Instabilität geführt haben, zur Behebung der Beschwerden operative Maßnahmen zur Stabilisierung dieses Abschnitts mit Hilfe von Knochentransplantationen vorgenommen werden, um eine solide Verknöcherung herbeizuführen. Damit soll erreicht werden, daß durch die Fixierung Spannungen und Zerrungen im Bereich der Weichteile und unphysiologische Belastungen vermieden werden. Zweifellos kommt es bei Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia zu einer partiellen oder totalen Bewegungsbehinderung und damit zu einem Verlust der elastischen Nachgiebigkeit der Wirbelsäule an dieser Stelle. Diese Veränderungen der Statik und Mechanik können dazu führen, daß bei plötzlich heftigen Bewegungen oder bei

äußeren Gewalteinflüssen diese nicht elastisch genug abgefangen oder abgefedert werden können. Auf diese Weise könnte man es sich vorstellen, daß Traumen an dieser Stelle (Distorsionen, Kontusionen) vorübergehend stärkere Beschwerden auslösen als an einem normalen gelenkigen Wirbelsäulenabschnitt. Aber diese Feststellung trifft zweifellos auch für die übrigen Wirbelsäulenabschnitte zu, an denen sich schicksalsmäßig osteophytäre Knochenneubildungen zur Abstützung einzelner Segmente ausbilden, und an denen auf diese Weise die Minderungen der funktionellen Leistungsfähigkeit auftreten.

Simon führt aus, daß nicht vollkommene Verknöcherungen unter Umständen zu örtlichen Beschwerden führen können, da Knochenanteile, die nicht synostotisch vereinigt sind, sondern höchstens desmotisch aneinander liegen, sich gegeneinander reiben und dadurch an den Knochenenden osteophytäre Neubildungen, d. h. Unregelmäßigkeiten auftreten können. Weiterhin wird häufig die Frage ventiliert, inwieweit diese Veränderungen neuralgiforme Beschwerden vom lumbosacralen Typ verursachen können. Dieses Problem spielt ja in die Diskussion über die Schmerzen bei dem sog. lumbosacralen Übergangswirbel herein, wobei immer wieder darauf hingewiesen wird, daß diese außerordentlich häufig vorkommende Fehlform am lumbosacralen Übergangsbezirk sehr häufig nur als belangloser Nebenbefund bei Röntgenuntersuchung angetroffen wird. Simon, Liek u. a. vertreten die Ansicht, daß die häufig beschriebenen Beschwerden in den meisten Fällen auf die Grundkrankheit, nämlich die degenerativen Prozesse im unteren Lendenwirbelsäulenbereich, zurückzuführen sind, wobei die Veränderungen in den kleinen Wirbelgelenken eine entscheidende Rolle spielen. Liek geht sogar soweit, daß er behauptet, daß Sacralisation und Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia als Ursache für die Beschwerden grundsätzlich nicht in Frage kommen, denn er behauptet, daß jeder Mensch eine Sacralisation hätte und daß man die mit dieser Fehlform in Zusammenhang gebrachten Anomalien nicht als Krankheitsbild sui generis im klinischen Sinne auffassen darf. U. E. schließt er damit allerdings etwas über das Ziel hinaus.

Am wichtigsten ist jedoch das Problem, inwieweit die Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia durch Druck auf die Nervenwurzeln ischialgiforme Beschwerden verursachen können. Die Klärung dieser Frage ist klinisch außerordentlich schwierig. Daß es tatsächlich einmal durch derartige Verknöcherungen zu einer Verengung des Nervenkanals und damit zu Irritationen einer Wurzel des Nervus ischiadicus kommen kann, ist vielleicht nicht vollkommen auszuschließen, dürfte aber eine ganz große Seltenheit sein. Autoren, die sich mit dieser Frage befaßt haben, stellen übereinstimmend fest, daß weniger die Verdickung, Verkalkung und Verknöcherung der Ligamenta iliolumbalia allein die Ursache für die auftretenden örtlichen oder radikulären Beschwerden in Frage kommen, sondern daß vielmehr die vorhandene Grundkrankheit als Ursache der Beschwerden heranzuziehen ist.

B. Die Verkalkung und Verknöcherung von Bändern unter Berücksichtigung neuzeitlicher Ergebnisse der Bindegewebsforschung

Die moderne Bindegewebsforschung hat in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von Ergebnissen über mikroskopische und submikroskopische Untersuchungen des Sehnen- und Bandgewebes erbracht. Wir wollen im folgenden versuchen, die

uns bedeutsam erscheinenden Ergebnisse der experimentellen Bindegewebsforschung zu skizzieren, um sie für die Betrachtung unseres Problems nutzbar zu machen. Dabei wollen wir unser Hauptaugenmerk auf die Frage richten, warum in vielbeanspruchten Sehnen und Bändern und in ihrem Insertionsbereich bereits frühzeitig — oft schon im dritten Lebensjahrzehnt — beträchtliche Abnutzungserscheinungen anzutreffen sind. SCHNEIDER hat in seiner Monographie zu dieser Frage ausführlich Stellung genommen. Ihm ist es gelungen, an Hand zahlreicher mikroskopischer Untersuchungen in dem Durcheinander der Begriffsbestimmungen Klarheit zu schaffen. Er hat festgestellt, daß fast alle Erkrankungen, die bisher im Hinblick auf den Ort der Erkrankung als Periarthritis, Coracoiditis, Epicondylitis, Styloiditis, im Hinblick auf das erkrankte Gewebe als Peritendinitis, Periostitis oder Periostose im Bereich des Sehnenansatzes bezeichnet wurden, in Wirklichkeit echte Sehnen- oder Bändererkrankungen sind. Seine Untersuchungen zeigten, daß fast ausschließlich nur im Sehnen- und Bandgewebe degenerative Veränderungen, bisweilen kombiniert mit reaktiv entzündlichen Erscheinungen, vorlagen. Infolgedessen konnte er feststellen, daß es sich bei den zur Diskussion stehenden Leiden meistens um eine Tendinose oder durch eine degenerative Gewebsveränderung ausgelöste Tendinitis gehandelt hat. SCHNEIDER empfiehlt daher diese Erkrankungen übergeordnet als Tendopathien zu bezeichnen. Sind im Röntgenbild erkennbare Kalkablagerungen als Zeichen einer weitfortgeschrittenen Degeneration im betreffenden Sehnengewebe vorhanden, so empfiehlt er den Begriff der Tendopathia calcarea anzuwenden.

Es ist seit langer Zeit hinreichend bekannt, daß die Abnutzungserscheinungen am häufigsten an den Ansatzstellen und in den unmittelbar anschließenden Sehnen- oder Bandabschnitten aufzufinden sind. Die bisher von den Anatomen vertretene Ansicht, daß Sehnen am Periost inserieren, ist als Ursache aufzufassen, daß die Degenerationserscheinungen der Sehneninsertionen häufig als Periostitis oder Überanstrengungsperiostose oder auch Tendoperiostose bezeichnet wurden. WEIDENREICH hat bereits im Jahre 1922 darauf hingewiesen, daß die Sehnen und Bänder nicht im Periost, sondern im Knochen verankert sind und im Bereich der Sehnenansatzzonen kein Periost vorhanden ist. Als Hinweis hierfür gilt die Feststellung, daß es bei gesundem, leistungsfähigem Sehnengewebe durch einen plötzlichen starken Muskelreiz nicht zur Zerreißung der Sehne kommt, sondern in den meisten Fällen zu einem Ausriß im Knochen, in welchem die Sehne oder das Band eingemauert sind. SCHNEIDER und PETERSEN haben festgestellt, daß alle Sehnen- und Bandinsertionen auf Knochenvorsprüngen oder Knochenkanten, die eigens zur Verankerung dieser Gewebe aufgebaut sind, die gleiche Struktur wie die Gelenkenden besitzen. Sie haben festgestellt, daß *an diesen Stellen zeitlebens* Knorpelgewebe in einem Zustand erhalten ist, wie es bei der enchondralen Knochenbildung in allen Stadien vorhanden ist. Diese beiden Autoren konnten weiterhin feststellen, daß sich die Sehnenfasern, den in den Knochenlamellen liegenden kollagenen Fibrillenbündeln des Knochens — den sog. Knochenfasern — anschließen, oder besser gesagt, in sie übergehen. Durch diesen direkten Übergang der kollagenen Sehnenfasern in die Knochenfasern ist die Übertragung einer Kraft- oder Zugleistung auf den Knochen am bestmöglichsten gewährleistet.

Die Frage, warum gerade an diesen Stellen verkalktes und unverkalktes Knochenknorpelgewebe zeitlebens erhalten bleibt, wird dahin beantwortet, daß

Muskelbewegungen bereits im zweiten und dritten Embryonalmonat in Aktion treten und damit die Ansatzzonen nie zur Ruhe kommen und die Verknöcherung dieser Abschnitte dadurch verhindert werden. Schneider stellt fest, daß aber gerade dieses Stehenbleiben eines bestimmten Differenzierungsvorganges den Band- und Sehneninsertionsstellen eine außerordentlich wirksame Schutzwehr gegen besondere Zug- oder Druckbelastungen gibt. Wären die Sehnen ohne Vorschaltung einer nachgiebigen Knorpelschicht starr im Knochen eingemauert, so würden sie bei jeder Bewegung unmittelbar an ihrer Eintrittsstelle in den Knochen scharfwinklig abgebogen, so daß entweder im Bereich der Konvexität des Bogens abnorme Zugspannungen auftreten würden, die auf Grund der relativ geringen Elastizität dieses kollagenen Gewebes erhebliche Zerrungen oder Zerreißungen dieser Gewebeabschnitte zur Folge hätten. Umgekehrt würden natürlich im Bereich der Konkavität dieses Bogens erhebliche Druckspannung und somit unnatürliche Gewebsstauchungen auftreten. Die Insertionsstelle dieses Bandes im Knochen wird in diesem Zusammenhang mit einem flexiblen Elektrokabel verglichen, das vor der Fassung im starren Material durch eine weniger starre Metallschraubenfeder läuft und somit zu starke Abknickungen an dieser Stelle verhindert werden. Dadurch werden abnorme Zug- und Druckspannungen an dieser Stelle wesentlich herabgemindert und Aufbrauchserscheinungen vermieden.

Den gleichen, jedoch verfeinerten Mechanismus mit der gleichen, aber etwas besseren Wirkungsweise treffen wir an den Sehnen- und Bandinsertionen an. Hier findet man Fasern, die von ihrer Verankerung im starren Knochen ein abgestuftes Abwehrsystem gegen die Zug- und Druckspannung durchlaufen: verkalkter Knorpel = halbstarre Abfederung, unverkalkter Knorpel = hochelastische Abfederung. Eine völlige Ausschaltung der Zug- und Druckbelastungen ist natürlich im lebenden Material unmöglich. So erklären sich Abnutzungsveränderungen von Sehnen und Bändern, die über lange Zeit unnatürlichen Beanspruchungen ausgesetzt sind, z. B. knapp vor ihrem Ansatz im Knochen. So erklären sich auch Spontanrupturen der Sehnen unmittelbar vor ihrer Verankerung im Knochen.

Das Stehenbleiben in einem bestimmten Differenzierungszustand gestattet den Sehnenansatzzonen nicht nur die Möglichkeit einer hinreichenden Anpassung an Zug- und Druckspannung, sondern erlaubt auch einen ständigen Umbau in der Feinstruktur der Sehnen- und Bandinsertionen in jedem Lebenalter, um vor allen Dingen Änderungen der Beanspruchung nach Möglichkeit zu kompensieren.

Wie kommt es nun zu Abnutzungsveränderungen im kollagenen Gewebe, in unserem Falle im Bandgewebe?

Wir wissen auf Grund der neuzeitlichen Ergebnisse der experimentellen Bindegewebsforschung, daß am Anfang der Aufbrauchserscheinungen im Bandgewebe chemische Veränderungen in den einzelnen Zellen und Fibrillen sowie in der umgebenden Grundsubstanz auftreten. Der neutralsalzlösliche Anteil des Kollagens und auch der Kollagenanteil, der in Citratlösungen in Lösung geht, nimmt mit zunehmendem Alter des Inividuums ab. Auch die Säurelöslichkeit des Sehnenkollagens ändert sich mit dem Alter. Banfield fand, daß menschliches Sehnenkollagen etwa bis zum 30. Lebensjahr in verdünnter Essigsäure weitgehend löslich ist. Mit zunehmendem Alter ändert sich aber die Beschaffenheit der sauren Mucopolysaccharide. Es ist bekannt, daß der absolute Gehalt an sauren

Mucopolysacchariden mit zunehmendem Alter absinkt und gleichzeitig auch eine Verschiebung zugunsten der nicht angreifbaren Polysaccharide eintritt. Es steht also fest, daß sich mit zunehmendem Alter die chemischen und biologischen Verhältnisse der Sehnengrundsubstanz ändern.

BÜRGER hat als sichtbare Altersveränderungen des Bindegewebes eine allgemeine Zunahme der Faserstrukturen (Kollagenisierung), Veränderungen der Einzelelemente besonders der elastischen Fasern (Fragmentation, Zusammenklumpung und unveränderte Färbbarkeit) sowie Abnahme der Bindegewebszellen proportional zur Menge der Faserstrukturen und eine Zunahme von wachstumshemmenden Stoffen beschrieben.

Für unser Problem besonders wichtig ist die Fragestellung, *wie kommt es* bei degenerativen Veränderungen im Sehnen- und Bandgewebe zu den im Röntgenbild *sichtbaren Einlagerungen von Kalkschollen zwischen den einzelnen Sehnenbündeln.* Man hat auf Grund von Untersuchungen festgestellt, daß der Kalkinfiltration im Gewebe fast stets eine fettige Degeneration vorausgeht. SEELIGER weist auf Grund seiner Versuche am Kaninchen darauf hin, daß die Lipoidose die Verkalkung begünstige. Eine besondere Rolle spielt in diesem Zusammenhang das Auftreten von Hyalinen und hyalinähnlichen Substanzen im Sehnengewebe. Man konnte feststellen, daß diese Stoffe eine besondere Affinität des Gewebes für Calcium zur Folge haben. Eine zweifellos entscheidende Bedeutung bei der Kalkablagerung im Gewebe kommt der durch den Entartungsvorgang ausgelösten Störung der Wasserstoffionenkonzentration im erkrankten Gewebe zu (SEELIGER). Wir wissen, daß nekrotisches Gewebe eine relativ hohe Alkalscenz besitzt.

Als weiterer fördernder Faktor der Kalkablagerung im Sehnengewebe sind *Traumen* anzuführen. Bei posttraumatischen Blutungen zwischen den Sehnenbündeln entstehen Zerfallsprodukte, die nicht nur das Calcium aus dem umspülenden Säftestrom an sich binden, sondern es auch dem benachbarten Callus und Knochen entziehen.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß Kalkablagerungen im Sehnen- und Bandgewebe als Entartungsreaktion zu bezeichnen sind, die in erster Linie bei älteren Menschen häufiger zu beobachten sind, während sie bei jungen Menschen ein außerordentlich seltenes Ereignis darstellen.

C. Allgemeiner Teil

1. Entwicklungsgeschichtliche Betrachtung

Die Ligamenta iliolumbalia gehören dem lumbosacralen Übergang der Wirbelsäule an. Ihre Funktion und auch ihre anatomischen Abweichungen können daher nur in Zusammenhang mit den umliegenden Gebilden betrachtet werden. Beim Studium der Literatur stößt man immer wieder auf Sätze wie: „der lumbosacrale Übergang der Wirbelsäule ist die entwicklungsgeschichtlich unruhigste Stelle des Körpers." Normalerweise sind beim Menschen die zwei Beckenknochen durch fünf miteinander verschmolzene Wirbel (Sacrum) an den Stamm angefügt, wodurch ein solider Beckenring entsteht, der besonders für den aufrechten Gang von entscheidender Bedeutung ist. BRAUS jedoch stellt fest, daß nur bei 43% der Menschen ein normaler 5. Lendenwirbelkörper vorliegt, d. h. daß der übrige Teil der Fälle ein- oder beiderseitige Zeichen von Übergangswirbeln zeigen. Diese Er-

scheinung kann erst durch das Studium der Tierreihe etwas näher erläutert werden, da der Ansatz des Beckengürtels an der Wirbelsäule gerade beim Tier erheblich variiert. Die als Beckenwirbel bezeichneten Wirbel unterscheiden sich bei den einzelnen *Species* sowohl in Zahl (1—13), als auch in Form sehr stark voneinander. Auffallende Veränderungen haben sich an der Lendenwirbelsäule besonders durch den aufrechten Gang ergeben. Schultz und Braus fanden, daß das Promunturium allein für den Menschen kennzeichnend ist und sich aus der Aufrichtung des Körpers entwickelt hat. Ein anderes sehr wesentliches Kriterium des aufrechten Ganges beim Menschen ist, daß der Schwerpunkt des Körpers dauernd oberhalb der Interacetabularlinie liegt, was bei den Menschenaffen z. B. nicht der Fall ist. Ein Ausdruck dieser dauernden „Erhebung" beim Menschen ist der Ileosacralwinkel von 65°, der die Aufrechterhaltung praktisch erst ermöglicht.

2. Anatomie

Vom anatomischen Standpunkt aus gesehen handelt es sich bei dem Ligamentum iliolumbale weniger um ein einheitliches Bandgebilde, sondern vielmehr um ein Geflecht von Bändern, die von den dorsalen Abschnitten der Crista ilica zu den Processus costales (Seitenfortsätze) und teilweise zu den lateralen Körperanteilen des 5. und u. U. auch des 4. Lendenwirbelkörpers hinziehen und die alle dieselbe Aufgabe zu erfüllen haben. Über die Verlaufsrichtung des Bandes schreibt Fick folgendes: „Je nachdem der 1. Lendenwirbel tiefer oder weniger tief zwischen die Darmbeinschaufeln versenkt ist, laufen die Bündel mehr quer oder mehr lateral aufwärts."

Lowman beschreibt drei Anteile des Ligamentum iliolumbale:

1. Ausgehend vom Processus costalis des 5. Lendenwirbelkörpers zur Crista ilica hinziehend,
2. vom Processus costalis des 5. Lendenwirbelkörpers zur Spina ilica posterior superior,
3. vom Processus costalis L 4 zur Crista ilica hinziehend.

An 146 Beckenbänderpräparaten fand Boebel bei der Beurteilung der Ligamenta iliolumbalia zahlreiche Variationen. Sämtliche Übergänge vom normalen einheitlichen Band bis zur angedeuteten Plattenbildung, die noch kleine Öffnungen für die Durchtritte der entsprechenden Nerven und Gefäße aufwies, konnten dargestellt werden (Abb. 1).

3. Funktionelle Betrachtungsweise

Bei einer funktionellen Betrachtung des lumbosacralen Übergangs fallen dem Ligamentum iliolumbale zwei wesentliche Aufgaben zu. Einmal dient es als Verstärkungsband des Iliosacralgelenks, andererseits zur Fixation des 5. Lendenwirbelkörpers am Beckenring. Nach Braus ist die menschliche Lendenwirbelsäule wie eine Feder zwischen den Darmbeinen eingespannt. Sorge behauptet, der 5. Lendenwirbelkörper sei der Tribut, den der Mensch zu zahlen hat für den erworbenen aufrechten Gang. Durch die besonders starke Gewichtsübertragung der Körperlast von der Wirbelsäule auf den 5. Lendenwirbelkörper, der entsprechend seiner Lage in das kleine Becken hinabgedrückt zu werden droht, werden die Ligamenta iliolumbalia einer auffallend starken Belastung ausgesetzt. Sie sichern nach Fick das Abrutschen des 5. Lendenwirbelkörpers nach vorne und versuchen

einer pathologischen Drehbewegung entgegen zu wirken. Die Zugfestigkeit eines Bandes wird bei voller Belastung auf 6,5 kg/mm² von JAPPERT angegeben.

Die normal-anatomische Verlaufsrichtung der einzelnen Fasern der beiderseitigen Bandanlagen ergibt sich aus einer bestimmten Position des 5. Lendenwirbelkörpers. Es ist uns aber hinreichend bekannt, daß diese Position des 5. Lendenwirbelkörpers sehr starken Schwankungen hinsichtlich des Niveaus im

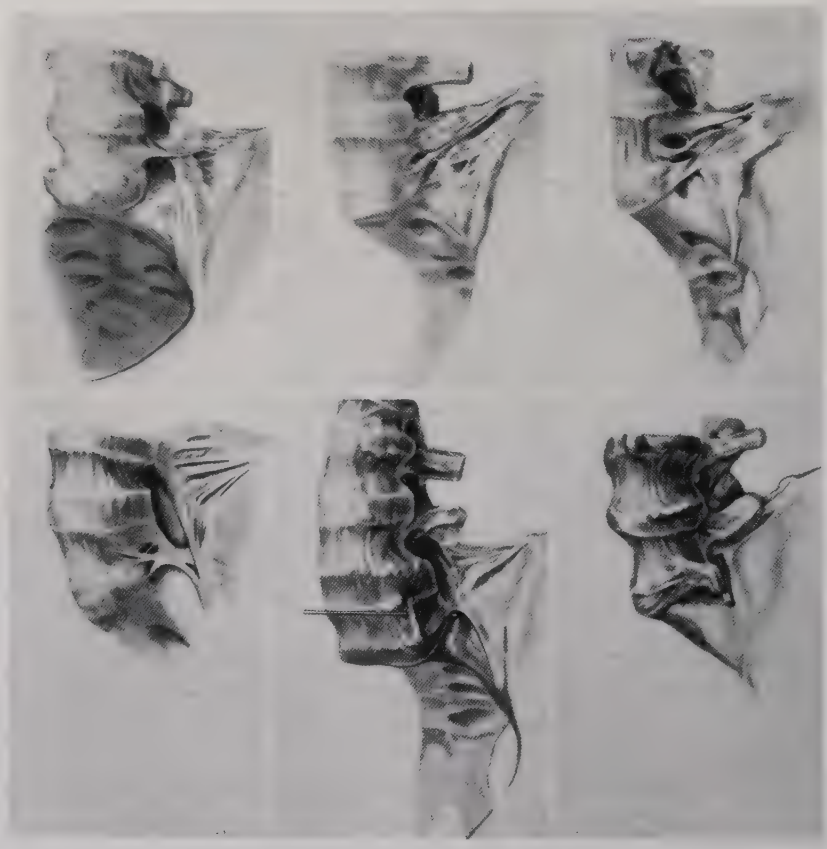

Abb. 1. Verschiedene Formen des Ligamentum iliolumbale nach BOEBEL

Verhältnis zu den Beckenkämmen unterworfen sein kann. Die mannigfaltigen Fehlbildungen dieses Wetterwinkels des menschlichen Stütz- und Bewegungsapparates (Lumbalisation, Sacralisation, unvollkommene Angleichungsstörung, Spina bifida, hyperplastische Bögen, hyperplastische Gelenkfortsätze, Spondylolyse) sind die Ursache dieser Variationen und führen zu einer mehr oder weniger starken Fehlbelastung mit reaktiven Veränderungen. Aus diesen anatomischen Verschiedenheiten ergeben sich zwangsläufig topographische Beziehungen der Querfortsätze des 5. Lendenwirbelkörpers zu den Darmbeinschaufeln und damit auch unterschiedliche Verlaufsrichtungen der Iliolumbalbänder. Die Folge ist eine Veränderung des Zugwinkels und der Zugbelastung, verbunden mit einer erheblichen Steigerung der Beanspruchung.

4. Das Ligamentum iliolumbale im Röntgenbild

Diese funktionelle Betrachtungsweise ist erst möglich geworden durch das genaue Studium der Röntgenbilder des lumbosacralen Übergangs. Doub und Lowman haben erstmalig 1924 röntgenologisch sichtbare Veränderungen des

Abb. 2. 982 b/62, K. M., ♀, 45 J. Deutliche bandartige Verknöcherung des rechten Ligamentum iliolumbale bei einseitiger, unvollkommener Angleichungsstörung links mit seitlicher Abweichung der Lendenwirbelsäule nach links

Ligamentum iliolumbale beschrieben und mit klinischen Beschwerden in Zusammenhang gebracht. Später haben Simon (1930), Blencke, Köhler u. Janker (1931) über diese zu der Zeit relativ seltenen Veränderungen im Lumbosacralbereich berichtet. Sorge hat 1933 das schattengebende Band als akzessorische Rippe gedeutet.

Reisner hat in einer ausführlichen Arbeit die Unterschiede der Bandveränderungen im Röntgenbild dargestellt. Er weist darauf hin, daß möglicherweise bei weicher Röntgentechnik der Bandverlauf auch ohne Veränderung erkennbar sein kann. Aus diesem Grunde kann es Schwierigkeiten bereiten, mit Sicherheit festzustellen, ob es sich nur um ein Sichtbarwerden des Bandes oder um beginnende Verkalkung handelt. Bei Verknöcherung treten diese Schwierigkeiten jedoch nicht auf, da

deutlich parallel verlaufende Knochenzüge erkennbar sind und außerdem die Dichte des Bandes vollkommen der der Querfortsätze und der Beckenkämme entspricht.

REISNER hat auf Grund bestimmter Anhaltspunkte über die Häufigkeit des Sichtbarwerdens der Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia eine Einteilung

Abb. 3. 1912 b/62, M. A., ♀, 62 J. Breite Verknöcherung des rechten Ligamentum iliolumbale bei Lumbalisation und rechts-konvexer Lumbalskoliose

vorgenommen: 1. eben sichtbare Bänder, 2. stark sichtbare Bänder und 3. Bandverknöcherungen.

Zweifellos müssen u. E. Konturunregelmäßigkeiten, Polster- und Spornbildung an den Ansatzpunkten auf den Beckenkämmen ebenfalls mit im Rahmen dieser Einteilung erwähnt werden. Es dürfte sich auch hier um beginnende Veränderungen im Sinne der Verkalkung oder Verknöcherung (Insertionstendopathie nach SCHNEIDER) handeln.

Reisner fand unter 3500 Wirbelsäulen ein eben sichtbares Band etwa in 3% der Fälle, ein stark sichtbares Band in 0,3% und eine Verknöcherung in 0,4% der Fälle. Das Durchschnittsalter bei Verknöcherungen betrug 43 Jahre. Bei den übrigen Veränderungen fanden sich keine Altersangaben.

Die Ligamenta iliolumbalia erscheinen im Röntgenbild in sehr verschiedenen Formen. Vorwiegend haben sie die Form eines liegenden Dreiecks (Doub), dessen schmale Basis dem 5. Lendenwirbelkörper angelagert ist und dessen Spitze zur Crista ilica hinzieht. Simon hat vereinzelt zwischen Querfortsatz des 5. Lendenwirbelkörpers und Band einen kleinen gelenkartigen Spalt erkennen können. Die Bänder haben eine unterschiedliche Länge, neben relativ kleinen zipfelmützenartigen Gebilden findet man schlanke, lang ausgestreckte Formen (Abb. 2). Es gibt breite, bandartige Schatten (Abb. 3), sich stufenartig verjüngende oder auch fadenartig ausgezogene Gebilde. Neben langen Formen werden zuweilen kurze, gedrungene Bandbilder beschrieben.

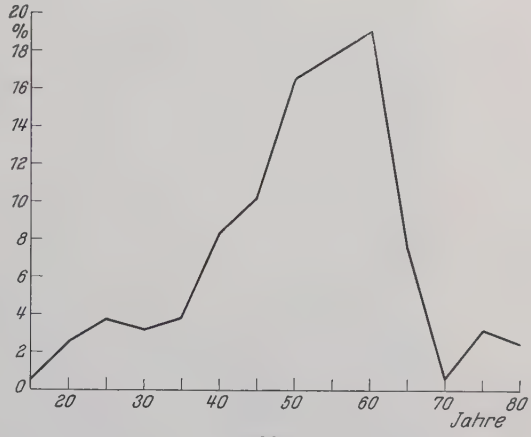

Abb. 4

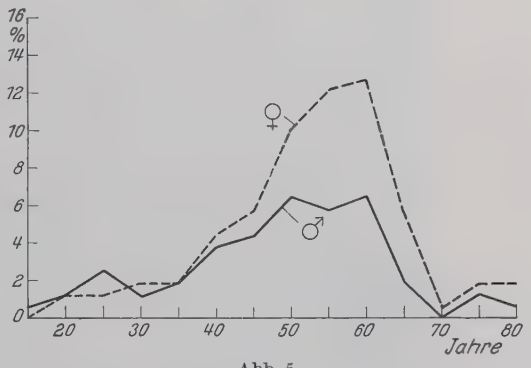

Abb. 5

Diese mannigfaltigen Formenunterschiede werden unter Umständen durch den Winkel bedingt, in welchem die Röntgenstrahlen das Band treffen, wobei einerseits die Lage der Röntgenröhre und andererseits die Stellung des Beckens eine Rolle spielen. Zweifellos sind aber auch erhebliche Formendifferenzen, was Breite und Länge anbetreffen, auf einer Röntgenaufnahme zwischen dem linken und dem rechten Band vorhanden.

Zur genauen Darstellung des Bandverlaufs und der Verkalkungsdichte und -form sollte man neben den üblichen anterior-posterioren und lateralen Röntgenaufnahmen zusätzlich schräge Aufnahmen anfertigen, da Veränderungen des Bandes in dieser Ebene deutlicher sichtbar werden.

D. Spezieller Teil

Bei der Durchsicht von 2834 Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins fanden sich in 157 Fällen (5,5%) pathologische Veränderungen im Verlauf des Ligamentum iliolumbale. Es handelte sich hierbei um ein unausgewähltes Material, d. h. um Röntgenaufnahmen der poliklinischen Ambulanz und der stationär behandelten Patienten der Orthopädischen Universitätsklinik der Freien

Universität Berlin. In fast allen Fällen wurde die Röntgenuntersuchung auf Grund von Beschwerden im Lendenwirbelsäulen-Kreuzbeinbereich vorgenommen. Nur in einem kleinen Prozentsatz sind die Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule der Vollständigkeit halber bei Begutachtungsfragen angefertigt worden.

Abb. 6. 1358 b/62, S. R., ♀, 39 J. Polsterbildung am linken Beckenkamm mit Schatten im Verlauf des linken Ligamentum iliolumbale bei tiefsitzender, links-konvexer Lumbalskoliose und erhöhtem Kreuzbeinplateau

Die Abb. 4, 5 zeigen die Altersverteilung bei unseren 157 Patienten mit Veränderungen der Iliolumbalbänder. Auf der Abb. 4 ist die Alterskurve unter Berücksichtigung aller 157 Patienten aufgezeichnet. Das Durchschnittsalter liegt bei 50,5 Jahren. Diese Angaben decken sich sehr genau mit der von Schneider aufgestellten statistischen Altersverteilung der Tendopathien im Hüft- und Beinbereich bei 255 Patienten.

Betrachtet man die Abb. 5, auf der die Altersverteilung getrennt nach Geschlechtern dargestellt ist, so fällt auf, daß die Zahl der Frauen (97) um 23,4% höher ist als die der Männer (60). Nennenswerte Altersunterschiede liegen bei beiden Geschlechtern nicht vor. Der größere Anteil der Frauen ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen. Dabei spielen endogene (hormonelle) Ursachen eine nicht zu unterschätzende Rolle. Einmal kommt es in Abhängigkeit vom Menstruationscyclus und vor allem bei Schwangerschaften zu Lockerungsvorgängen an den

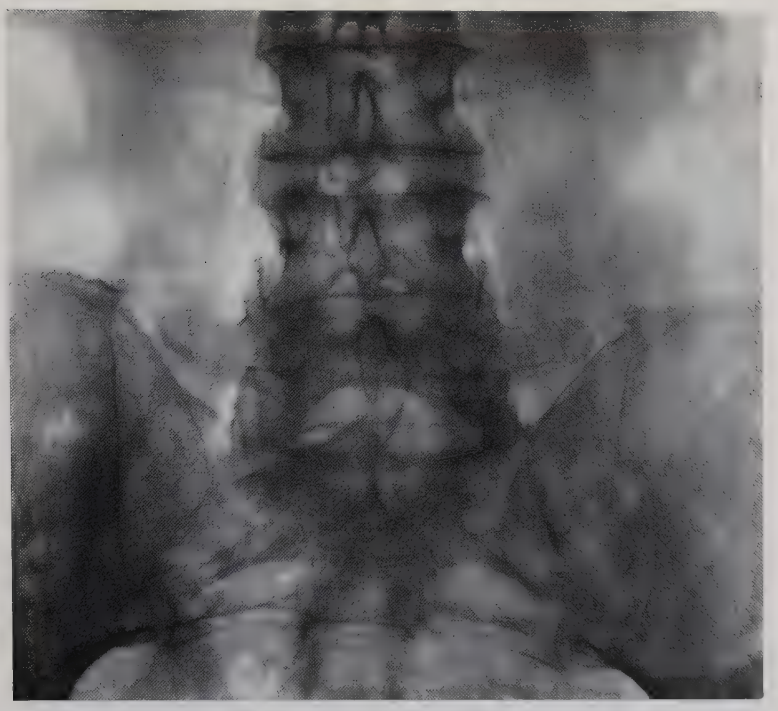

Abb. 7. 734/63, L. L., ♀, 65 J. Zapfenartige Ausziehungen der Ligamenta iliolumbalia an beiden Beckenkämmen bei tiefem Kreuzbeinplateau und weitausladenden Querfortsätzen des 5. Lendenwirbelkörpers

Abb. 8. 7764/63, A. G., ♀, 55 J. Steile Lendenwirbelsäule, tiefes Plateau, leichte Kippstellung des 5. Lendenwirbelkörpers, doppelseitige Polster- und Schattenbildung im Verlauf der Ligamenta iliolumbalia

Beckenverbindungen, wobei seröse Durchtränkung und Hyperämisierung der Bänder im Beckenbereich mit als Ursache der Auflockerung herangezogen werden (DIHLMANN). Andererseits ist es bekannt, daß bei Frauen durch das Nachlassen der Wirkung der Geschlechtshormone im Klimakterium Abbauprozesse im Bereich des Stütz- und Bewegungsapparates auftreten können. Damit verbunden

Abb. 9. 1581 a/62, V. P., ♂, 62 J. Verkalkung des rechten Ligamentum iliolumbale bei rechts-konvexer Lumbalskoliose, deutliche Kippstellung des 5. Lendenwirbelkörpers, schwere Osteochondrose Z 5

sind zwangsläufig statische Insuffizienzerscheinungen. In diesem Zusammenhang müssen die Mitteilungen von ALBRIGHT u. REIFENSTEIN Berücksichtigung finden.

Aber auch exogene Faktoren sind mit in Betracht zu ziehen. Einmal können durch das ständige Tragen hoher Absätze, vor allem im jugendlichen Alter, und der damit verbundenen unphysiologischen Kippstellung des Beckens Überlastungserscheinungen im Lumbosacralbereich auftreten. Andererseits ist es augenscheinlich, daß bei Frauen im Alter von 45—55 Jahren häufiger eine Zunahme des Körpergewichts zu beobachten ist. Damit kommt es zweifellos zu einer stärkeren Belastung der unteren Extremitäten, die zwangsläufig zu Abnützungsschäden dieser Skeletabschnitte, insbesondere der Gelenke führt. Durch die damit verbundene Fehlstellung entsteht eine Änderung der statischen Verhältnisse der Wirbelsäule

und es können infolgedessen Überlastungstendopathien im Bereich dieser Skeletabschnitte auftreten.

Das *Ziel dieser Arbeit* ist es nun, pathologische Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia in Abhängigkeit von statischen Faktoren bei angeborenen und erwor-

Abb. 10. 2264 b/63, R. H., ♀, 54 J. Links-konvexe Lumbalskoliose mit fortgeschrittenen osteochondrotischen und spondylarthrotischen Veränderungen der Lendenwirbelsäule. Deutliche Verkalkungstendenz des Ligamentum iliolumbale auf der konvexen Seite (links)

benen Veränderungen der Lendenwirbelsäule und des lumbosacralen Übergangs zu untersuchen, während die klinische Symptomatologie dabei außer acht gelassen wird.

Um eine möglichst genaue Differenzierung der Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia vornehmen zu können, müssen bestimmte Kriterien der Verkalkung bzw. der Verknöcherung, einschließlich der Formvarianten herausgearbeitet werden. Wir haben daher folgende Einteilung je nach Schweregrad vorgenommen:

1. *Polsterartige Unregelmäßigkeiten* im Bereich der Ansatzpunkte auf den Beckenkämmen als Anzeichen beginnender Veränderungen (Abb. 6 u. 7).

2. *Schattenartige Verdichtungen* im Bandverlauf. Hierbei müssen zweifellos röntgentechnische Fragen berücksichtigt werden, denn ebenso wie REISNER und SIMON sind wir der Meinung, daß u. U. bei weicher Strahlentechnik der Bandverlauf auch ohne pathologische Veränderungen sichtbar werden kann (Abb. 8).

Abb. 11. 2653/57, K. O., ♂, 42 J. Chronische Polyarthritis rheumatica. Doppelseitige Verkalkung der Ligamenta iliolumbalia

3. *Verkalkungen* der Bänder, die sich als homogene, kalkdichte Verschattungen im Bandverlauf darstellen (Abb. 9, 10, 11 u. 12).

4. *Verknöcherungen,* wobei parallelverlaufende Knochenzüge mit einer deutlichen Trabekelzeichnung zu erkennen sind, die in ihrer Dichte der Struktur der Querfortsätze und der Beckenkämme entsprechen (Abb. 2, 3 u. 13).

Ad 1: Bei der Auswertung der 157 Röntgenbilder mit Veränderungen im Verlauf der Ligamenta iliolumbalia fanden sich bei 53 Fällen (33,7%) *polsterartige Unregelmäßigkeiten* an den Beckenkämmen, wobei diese Veränderungen zwar vorwiegend doppelseitig auftraten, jedoch von unterschiedlicher Ausdehnung waren.

Ad 2: *Schattenartige Verdichtungen* fanden wir bei 20 Patienten (12,7%). Auch hier waren die Veränderungen bis auf zwei Fälle doppelseitig. Zur Frage, inwieweit röntgentechnische Faktoren hierbei berücksichtigt werden müssen, kann festgestellt werden, daß auf allen Röntgenbildern, die ausgewertet wurden, neben der Schattenbildung auch polsterartige Unregelmäßigkeiten an den Beckenkämmen

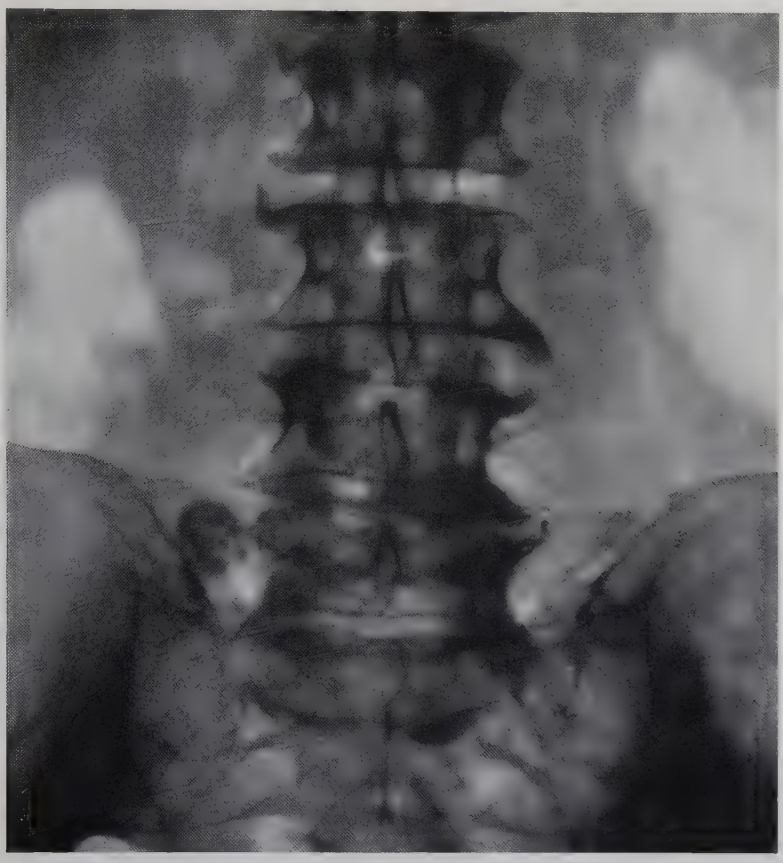

Abb. 12. 1011/63, G. E., ♂, 61 J. Beginnende Bechterewsche Erkrankung mit schweren osteophytären Knochenneubildungen an den Lendenwirbelkörpern. Bereits fortgeschrittene Verkalkung beider Ligamenta iliolumbalia. Vollständige Ankylosierung der Iliosacralgelenke

vorhanden waren. Diese Tatsache weist darauf hin, daß unphysiologische Belastungen vorgelegen haben müssen. Wir sind daher geneigt, diese Schattenbildungen als beginnende Verkalkungszeichen zu werten.

Ad 3: *Verkalkungen* fanden sich in 33 Fällen (21,0%), davon 17 doppelseitig und 16 vorwiegend einseitig. Die Verkalkungsgrade waren sehr unterschiedlich und teilweise konnte man Übergänge zu Verknöcherungen schwer abgrenzen.

Ad 4: *Verknöcherungen* der Bänder fanden sich bei 24 Patienten (15,3%), 11 doppelseitig, 13 einseitig. Auch hier waren unterschiedliche Ausdehnungen festzustellen, wobei die totalen Verknöcherungen überwogen.

a b

Abb. 13 a u. b. 426/56, K. E., ♂, 52 J. Zustand nach Osteomyelitis des 3. und 4. Lendenwirbelkörpers mit partieller Blockwirbelbildung. Rechts-konvexe Lumbalskoliose, fortgeschrittene spondylarthrotische Veränderungen. Doppelseitige Verknöcherungen der Iliolumbalbänder, rechts stärker als links

Bei einem großen Teil (27 Patienten) waren die *Veränderungen auf beiden Seiten* ungleich. Je nach Alter, Grundkrankheit und statischen Veränderungen waren polsterartige Verdichtungen mit schattenartigen Veränderungen und partiellen Verknöcherungen auf der einen Seite und Verkalkungen auf der anderen Seite kombiniert.

Auch wir konnten, wie Doub und Simon, *Formvarianten* der pathologischen Bandveränderungen feststellen. Vorwiegend hatten die Bänder die Form eines liegenden Dreiecks, dessen Basis dem 5. Lendenwirbelkörper zugewandt war. Die Bandveränderungen waren unterschiedlich breit und unterschiedlich lang. Neben stufenartigen fanden sich fadenförmig ausgezogene Gebilde. Zweifellos ist jede Formvariante eine Folge der unterschiedlichen Belastungsqualität, wobei endogene Faktoren nicht außer acht gelassen werden dürfen. Andererseits können auch Röntgenprojektionen und Organpositionen Formvarianten vortäuschen.

Im folgenden Teil wollen wir versuchen, die pathologischen Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia in Abhängigkeit von angeborenen und erworbenen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs zu besprechen.

1. Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia in Abhängigkeit von angeborenen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs

Unter den von uns ausgewerteten 157 Fällen fanden sich bei 34 Patienten (21,6%) angeborene Veränderungen des lumbosacralen Übergangs (einseitige und doppelseitige Assimilationsstörungen, Lumbalisationen, Sacralisationen, Spondylolisthesis, Spina bifida, angeborene Skoliosen und Lordosen der Lendenwirbelsäule und hyperplastische Querfortsätze). Nach Rettig können die Verkalkungen und Verknöcherungen des Ligamentum iliolumbale auch im Sinne der Pseudosacralisation aufgefaßt werden.

Schwierigkeiten bereitet bei der Auswertung dieser Fälle die Frage des Verlaufs der Iliolumbalbänder. Es liegt auf der Hand, daß z. B. bei einer Sacralisation oder Lumbalisation auch Anomalien im Bandverlauf vorhanden sein können. In der uns zugänglichen Literatur sind lediglich einmal Angaben zu finden, bei dem bei einem 6. Lendensegment die Iliolumbalbänder vom Becken zum 6. Lendenwirbelkörper und zu den dementsprechenden Querfortsätzen verlaufen. Ferner muß bei der Besprechung dieses Problems beachtet werden, daß sich der Organismus im jugendlichen Alter durch seine hochgradige morphologische Assimilationsfähigkeit rechtzeitig auf die veränderten statischen Verhältnisse einstellt. Somit kann die Neigung zur Stabilisierung infolge Instabilität durch Überbelastung bei angeborenen Veränderungen relativ gering sein.

Bei fünf Fällen mit *einseitiger unvollkommener Angleichungsstörung* fanden sich stärkere Verkalkungs- oder Verknöcherungstendenzen des Ligamentum iliolumbale auf der Gegenseite der Angleichungsstörung. Diese Erscheinung ist u. E. auf Grund bisher gewonnener Erkenntnisse auf folgende Faktoren zurückzuführen: Einmal findet sich die größere Stabilität auf der Seite der Angleichung, andererseits ist, wie auch Abb. 2 zeigt, eine leichte Kippstellung des 5. Lendenwirbelkörpers zur Seite der Angleichung an das Kreuzbein vorhanden. Durch diese Kippstellung des 5. Lendenwirbelkörpers, verbunden mit einer einseitigen Instabilität, ist zwangsläufig eine erhöhte Zugbelastung des Ligamentum iliolumbale auf der gegenüberliegenden Seite der Angleichung entstanden.

Bei den zwei Fällen mit *doppelseitiger unvollkommener Angleichungsstörung* waren Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia auf beiden Seiten zu erkennen. Hier fanden sich meistens beginnende Überlastungsanzeichen im Sinne von Polstern oder eben erkennbaren Schattenbildungen im Bandverlauf. Zweifellos liegt bei dieser angeborenen Veränderung, ebenso wie bei der Lumbalisation und Sacralisation, eine größere Stabilität des Übergangswirbels vor, so daß pathologische Dreh-, Kipp- oder Gleitvorgänge sekundärer Art nicht zu erwarten sind und infolgedessen auch stärkere, unphysiologische Beanspruchungen der Ligamenta iliolumbalia nicht auftreten.

Bei vier Patienten mit *Lumbalisation* fanden sich verschiedene Formen der Bandveränderungen, so daß eine Gesetzmäßigkeit nicht festzustellen war. Man muß annehmen, daß bei dieser kompletten Form einer angeborenen Störung des lumbosacralen Übergangs durch rechtzeitige Anpassung des Bandapparates Überlastungserscheinungen nicht mehr auftreten, obwohl durch das 6. Lendensegment eine größere Instabilität in diesem Bereiche entstanden ist. Die festgestellten leichten Überlastungserscheinungen sind u. E. eine Folge der degenerativ bedingten, statischen Umlagerungen im Lumbosacralbereich oder auch eine Folge pathologischer Schrägstellungen des Kreuzbeinplateaus und des 5. und 6. Lendenwirbelkörpers. Darüber hinaus ist überhaupt noch nicht eindeutig geklärt, inwieweit die Verknöcherung dieses Bandes als ein Teil der angeborenen Störungen aufzufassen ist (Rettig). Es ist u. U. möglich, daß angeborene, synostosierende Veränderungen zwischen dem Querfortsatz des Übergangswirbels und dem Beckenkamm vorliegen können. Diese Frage ist jedoch an Hand der Röntgenaufnahmen nicht eindeutig zu klären (Abb. 3). Außerdem fiel bei der Auswertung dieser Fälle auf, daß es sich um relativ junge Patienten handelte.

Beginnende, *meist doppelseitige Überlastungserscheinungen* fanden sich bei vier Patienten mit einer *Sacralisation*. Auch bei diesen angeborenen Veränderungen ist der Verlauf der Ligamenta iliolumbalia nicht genau bekannt. Es muß angenommen werden, daß die Bandverbindungen in diesen Fällen vom Beckenkamm zu den Querfortsätzen und zu dem Körper des letzten freien Lendenwirbelkörpers verlaufen. Die geringgradigen Verkalkungserscheinungen sind u. E. auch hier auf die frühzeitigen Anpassungsmöglichkeiten des Bandapparates an die veränderte Statik und Mechanik zurückzuführen, denn man findet Überlastungserscheinungen vorwiegend in Abhängigkeit altersentsprechender Degeneration. Dafür spricht auch im Vergleich zur Lumbalisation das höhere Alter der Patienten, bei denen derartige Veränderungen vorlagen.

Bei fünf Fällen mit unterschiedlichen Verkalkungserscheinungen im Verlauf der Ligamenta iliolumbalia lag eine *Spina bifida* des 1. Sacralwirbels vor. Hierbei wurden keine gesetzmäßigen Überlastungserscheinungen der Bänder vorgefunden. Als Ursache der Überbeanspruchung dürften hier die gleichen Faktoren wie bei den zahlreichen erworbenen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs in Betracht kommen (Lumbalskoliose, Lumbosacralarthrose usw.). Zu diesem Problem wird unten noch eingehend Stellung genommen.

Selten wurden Verkalkungserscheinungen der Ligamenta iliolumbalia bei angeborenen Gleitvorgängen des 5. Lendenwirbelkörpers beobachtet. Nur in einem Fall (60 Jahre) haben wir bei einer angeborenen Spaltwirbelbildung mit Spondylolisthesis des 5. Lendenwirbelkörpers beginnende Verkalkungserscheinungen ein-

seitig gesehen. Hierbei werden u. E. die sekundären Degenerationserscheinungen mit Änderungen der Belastung des lumbosacralen Übergangs als auslösende Ursachen in Betracht zu ziehen sein.

Bei der Durchsicht einer größeren Anzahl Röntgenbilder von Patienten mit *angeborenen Gleitvorgängen* des 5. Lendenwirbelkörpers werden keine pathologischen Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia vorgefunden. Auch bei diesen Fällen ist anzunehmen, daß frühzeitige Anpassungsvorgänge die entscheidende Rolle spielen, denn es ist bekannt, daß Wirbelgleitvorgänge auf Grund angeborener Schäden bereits im kindlichen Alter auftreten.

Die gleichen Beobachtungen haben wir bei den zahlreichen schwereren *angeborenen und idiopathischen Skoliosen* sowie auch bei einzelnen *angeborenen Hyperlordosen* machen können. Auch hier fanden sich keine im Röntgenbild sichtbaren Überlastungserscheinungen der Iliolumbalbänder. Gleiche Beobachtungen wurden von Abesser bei 300 s-förmigen Skoliosen gemacht. Er hat lediglich bei flachbogigen leichten Skoliosen Verkalkungstendenzen feststellen können.

Bei einigen schweren *s-förmigen thorakolumbalen Skoliosen* fanden sich lediglich wellige Konturen im Bereich der Beckenkämme, die u. U. als Polsterbildungen angesehen werden können. Da diese Unregelmäßigkeiten aber bereits im Alter von 18—22 Jahren sichtbar waren, liegt der Verdacht sehr nahe, daß infolge der ungleichmäßigen Zugbelastung auf der Seite der stärkeren Beanspruchung während der apophysären Verknöcherungen am Beckenkamm Unregelmäßigkeiten im Apophysenbereich entstehen können. Für diese Feststellung spricht, daß auch bei zunehmendem Alter diese Unregelmäßigkeiten an Stärke nicht mehr zunahmen.

Bei 13 Fällen mit *hyperplastischen Querfortsätzen des 5. Lendenwirbelkörpers* waren Verknöcherungs- und Verkalkungsanzeichen meist doppelseitig vorhanden (Abb. 7). Bei der Auswertung dieser Fälle fiel auf, daß entweder das Kreuzbeinplateau auffallend hoch oder auffallend tief zum Beckenkamm stand. In diesem Zusammenhang wird die Frage aufgeworfen, inwieweit diese Querfortsatzhyperplasien Stabilisierungsbestrebungen des Organismus sind, und es ist weiterhin zu klären, ob die Verkalkungs- und Verknöcherungstendenzen der Ligamenta iliolumbalia nicht als unvollkommene Angleichungsbestrebungen aufzufassen sind. Nur in drei Fällen, bei denen normale topographische Verhältnisse im Lumbosacralbereich vorlagen ist anzunehmen, daß sekundäre Verschleißerscheinungen und die damit verbundenen Stabilitätsbestrebungen Ursache der Verkalkungstendenzen waren.

2. Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia in Abhängigkeit von erworbenen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs

Bei der Betrachtung der erworbenen Veränderungen im Bereich des lumbosacralen Übergangs und der damit verbundenen Überlastungsschäden der Ligamenta iliolumbalia spielen statische und mechanische Probleme eine entscheidende Rolle.

Bei der Auswertung unseres Krankengutes (157 Fälle) waren bei 51 Patienten (32,4%) *skoliotische Einstellungen der Lendenwirbelsäule* vorhanden. Dabei handelte es sich vorwiegend um Lumbalskoliosen, die sich im Erwachsenenalter im Rahmen üblicher, altersabhängiger Verschleißerscheinungen und der damit verbundenen Fehlhaltungen (Ischias, Lumbago) entwickelt haben. Nur bei einem auffallend

kleinen Prozentsatz lagen schwerere s-förmige thorako-lumbale Skoliosen vor (10%).

Wir haben oben bereits darauf hingewiesen, daß bei den schweren s-förmigen thorako-lumbalen Skoliosen, die meistens seit der Kindheit bestanden, auffallend selten Veränderungen der Iliolumbalbänder vorlagen. Diese Tatsache beruht zweifellos auf der größeren Anpassungsfähigkeit des jugendlichen Organismus. Ganz anders scheint uns dies bei den degenerativ bedingten Fehlhaltungen zu sein.

Wie wir oben bereits einleitend erwähnt haben, kommt es bei skoliotischen Einstellungen der Lendenwirbelsäule durch die Verschiebung des statischen Gleichgewichts im Lumbosacralbereich zu Störungen der Regulationsmechanismen zur Erhaltung des dynamischen Gleichgewichts. Es kommt zwangsläufig zu Änderungen der Kraftleistung antagonistisch wirkender Zugkräfte. Beim Studium der Literatur fällt auf, daß die bisher beschriebenen gesetzmäßigen Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia bei Lumbalskoliosen von unseren Beobachtungen völlig abweichen. Es wurden Verkalkungen oder Verknöcherungen des Bandapparates vorwiegend auf der Konkavseite der Skoliose beschrieben (Abesser). Nach seiner Meinung soll es auf der Konkavseite durch vermehrte Zugkräfte und den damit verbundenen stärkeren formativen Reiz zu Überlastungserscheinungen kommen.

Bei unseren 51 Lumbalskoliosen fanden wir in 38 Fällen Überlastungserscheinungen in Form von Spornbildungen an Beckenkämmen, Verkalkungen und Verknöcherungen auf der *konvexen* Seite der Skoliose (Abb. 3, 6, 9 u. 10) und nur in 4 Fällen auf der Konkavseite und bei 9 Patienten gleichmäßige Verkalkungstendenzen auf beiden Seiten.

Bei exaktem Studium der unterschiedlichen anatomischen Verhältnisse und der damit verbundenen statischen Variationen des lumbosacralen Übergangs konnten wir interessante Gesetzmäßigkeiten beobachten, die u. E. die Richtigkeit unserer Feststellung bestätigen. Wir fanden, daß die Überlastungserscheinungen der Bänder des lumbosacralen Übergangs in entscheidendem Maße abhängig sind von der Höhe des Kreuzbeinplateaus zu den Beckenkämmen. Fick hat bereits darauf hingewiesen (s. o.) ,daß die Verlaufsrichtung der Bänder von der Plateauhöhe des Kreuzbeins abhängt. Ferner sind die Veränderungen der Zugrichtung von der Lage des 5. Lendenwirbelkörpers abhängig, wobei die seitliche Kippstellung ausschlaggebend ist. Es bedarf keines besonderen Hinweises, daß bei Lumbalskoliosen, besonders bei tiefsitzenden versteckten Formen, seitliche Kippstellungen des 5. Lendenwirbelkörpers die Regel sind, während Drehvorgänge des 5. Lendenwirbelkörpers bei diesen Skolioseformen außerordentlich selten vorkommen. Letztere Feststellung mag mit der festen Verankerung des 5. Lendenwirbelkörpers zusammenhängen.

Für unsere Behauptung, daß Iliolumbalverkalkungen fast ausschließlich auf der konvexen Seite der Skoliose zu finden waren, haben wir folgende Erklärung:

Bei *normal hohem* Kreuzbeinplateau liegen die Querfortsätze des 5. Lendenwirbelkörpers einige Millimeter unter der Niveauhöhe der Ansatzpunkte des Bandes an den Beckenkämmen. Infolgedessen verlaufen die Bänder normalerweise von den Querfortsätzen zu ihren Ansatzpunkten am Wirbelkörper leicht schräg nach oben und hinten (Abb. 14a). Kommt es nun zu einer seitlichen Kippstellung des 5. Lendenwirbelkörpers zum Beispiel nach links, wie es bei einer

links-konvexen Lumbalskoliose häufig der Fall ist, so rücken durch das Tiefertreten des linken Querfortsatzes der Ansatz und Ursprung des Bandes weiter auseinander und es entsteht zwangsläufig eine höhere Zugbeanspruchung auf der Konvexseite. Auf der Konkavseite dagegen nähern sich Ursprung und Ansatzpunkt, und daraus resultiert eine Entspannung des Bandes (Abb. 14b).

Bei *hochgestelltem Kreuzbeinplateau* ist dieser Mechanismus genau umgekehrt. Die Iliolumbalbänder verlaufen hier leicht nach caudal hinten (Abb. 14c). Bei

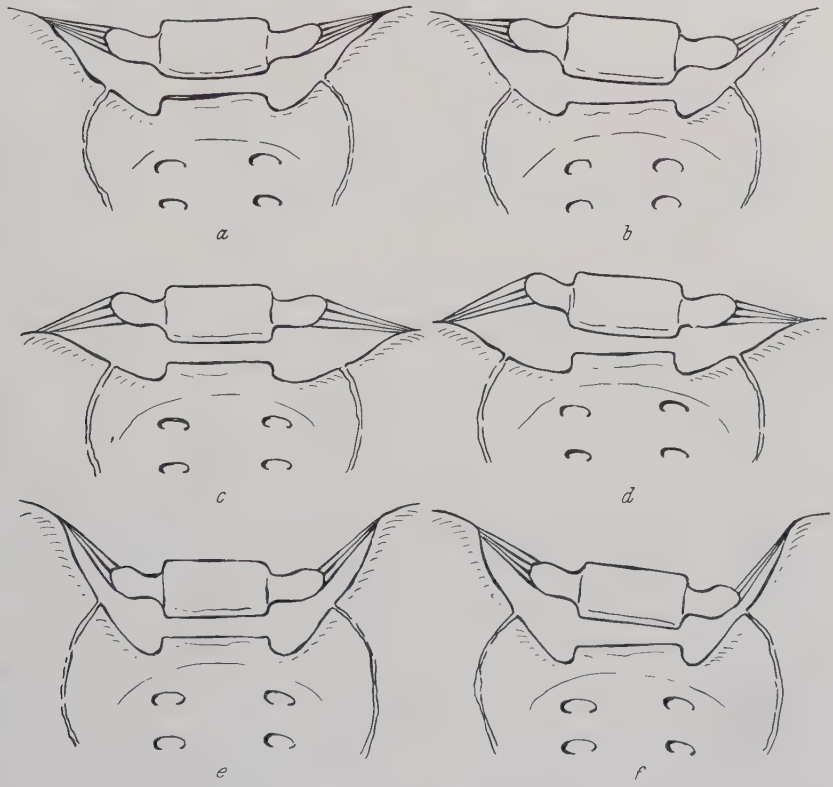

Abb. 14a—f. Siehe Text

seitlichen Kippstellungen des 5. Lendenwirbelkörpers nach links rücken Ursprung und Ansatz des Bandes auf der Konkavseite der Skoliose (rechts) auseinander, während auf der Konvexseite eine Annäherung dieser beiden Punkte eintritt. Demzufolge entsteht bei dieser Form eine Überlastung durch vermehrte Zugbeanspruchung auf der konkaven Seite der Skoliose (Abb. 14d).

Ist der 5. Lendenwirbelkörper durch die Plateauhöhe sehr *tief* zwischen den Beckenkämmen eingebettet, so verlaufen die Iliolumbalbänder steiler nach oben (Abb. 14e). Es finden sich jedoch die gleichen mechanischen Verhältnisse, wie wir sie bei normaler Plateauhöhe beschrieben haben. Bei Kippstellung des 5. Lendenwirbelkörpers nach links bei links-konvexer Lumbalskoliose rücken ganz eindeutig Ursprung und Ansatz noch stärker auseinander, während sich der Querfortsatz auf der Konkavseite dem Beckenkamm nähert (Abb. 14f). Hierdurch werden unsere

Beobachtungen, daß die Verkalkungs- und Verknöcherungserscheinungen bei normaler Plateauhöhe vorwiegend auf der Konvexität der Skoliose liegen, erklärt.

Torsionsmechanismen können bei der Betrachtung unseres Problems weitgehend außer acht gelassen werden, da die Drehmöglichkeit des 5. Lendenwirbelkörpers infolge seiner festen Verankerung besonders in seitlicher Richtung außerordentlich gering ist. Im Röntgenbild waren derartige Vorgänge nicht zu erkennen. Anders sind die Verhältnisse bereits am 4. Lendenwirbelkörper.

Bei den vier Fällen, bei denen die *Überlastungserscheinungen* auf der *konkaven Seite* vorlagen, war eine deutliche Hochstellung des Plateaus und damit des 5. Lendenwirbelkörpers vorhanden. Bei dieser Form ist u. U. eine leichte Torsion des 5. Lendenwirbelkörpers infolge größerer Instabilität dieses Segments möglich. Dadurch rückt durch die Drehung des Querfortsatzes zur Konkavseite der Ursprung und Ansatzpunkt des Bandes weiter auseinander und es entsteht zwangsläufig eine höhere Zugbeanspruchung durch diese Umlagerung auf der Konkavseite der Skoliose. Normalerweise liegt der Querfortsatz des 5. Lendenwirbelkörpers etwas ventral von den Beckenkämmen, so daß die Bänder leicht schräg nach hinten verlaufen.

Die *gleichmäßigen doppelseitigen Überlastungserscheinungen* bei neun Patienten wurden auf stärkere hyperlordotische Einstellungen zurückgeführt. Die gleiche Beobachtung konnten wir bei einem Fall machen, bei dem es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um eine angeborene Hyperlordose der Lendenwirbelsäule handelte.

Es ist bekannt, daß die Ligamenta iliolumbalia den 5. Lendenwirbelkörper gegen ein Abgleiten nach ventral sichern, denn durch die Gewichtsübertragung der Körperlast von der Wirbelsäule auf den 5. Lendenwirbelkörper wird dieser zwangsläufig entsprechend seiner Lage in das kleine Becken hinabgedrückt. Diese Erkenntnisse erklären u. E. auch die Bandüberlastung bei den übrigen erworbenen statischen Umlagerungen im lumbosacralen Abschnitt.

Bei vier Fällen z. B. fand sich eine ausgesprochene Abflachung der Lendenlordose (Steilstellung) im mittleren und oberen Lendenwirbelsäulenabschnitt, während der 5. Lendenwirbelkörper in der frontalen Ebene nach vorn, infolge Schrägstellung des Kreuzbeinplateaus bei Sacrum acutum, stärker gekippt und um einige Millimeter ventral versetzt war. Diese statische Umlagerung bewirkt zweifellos eine Zugüberbeanspruchung der Iliolumbalbänder in ventro-caudaler Richtung. Wie erwartet fanden sich hier in allen Fällen gleichmäßige Spornbildungen oder Verkalkungen bzw. Verknöcherungszeichen auf beiden Seiten, da beide Seiten auch gleichmäßig beansprucht werden.

Interessant ist die Beobachtung, daß sich bei neun Fällen mit *steiler Lendenwirbelsäule im gesamten Verlauf* ein ausgesprochen tiefes Kreuzbeinplateau fand. Hier war keine Vermehrung des Lendenwirbelsäulenkreuzbeinwinkels zu beobachten. Möglicherweise ist die totale Abflachung der Lendenwirbelsäule als Kompensationsbestreben bei zu tiefer Kreuzbeinlage aufzufassen. Auch bei dieser statischen Umlagerung fanden sich vorwiegend doppelseitige Überlastungserscheinungen.

Bei drei Fällen *mit steiler Lendenwirbelsäule und hohem Plateau* waren doppelseitige Verkalkungstendenzen zu beobachten. Auffällig war hierbei die leichte Rückversetzung des 5. Lendenwirbelkörpers gegenüber dem Kreuzbein. Die Ver-

kalkungstendenz bei vier *Sacralskoliosen* ist mit der bei Lumbalskoliosen zu vergleichen. Auch hier lag eine Schrägstellung des Plateaus je nach Schweregrad der seitlichen Kreuzbeinkrümmung vor, mit leichter seitlicher Abweichung der Lendenwirbelsäule. Hierbei gelten die gleichen Prinzipien wie bei den oben beschriebenen Lumbalskoliosen. Unsere Beobachtungen bestätigen diese Feststellungen.

3. Überlastungserscheinungen der Ligamenta iliolumbalia unter Berücksichtigung degenerativer Veränderungen des lumbosacralen Übergangs

Versucht man Verkalkungen der Ligamenta iliolumbalia zu degenerativen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs in Beziehung zu bringen, so muß man berücksichtigen, daß der größte Teil der Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins in einem Alter angefertigt wurden, in dem infolge von Abnutzungsprozessen in diesem Bereich Beschwerden aufgetreten waren. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die oben dargestellte schematische Altersverteilung.

Bei der Besprechung dieses Problems sind die rheumatischen Wirbelsäulenerkrankungen von vornherein ausgeschlossen worden. Wir kamen zu der Feststellung, daß sich bei 93 von 111 Fällen (83,7%) mittelgradige bis schwere osteochondrotische und spondylarthrotische Veränderungen der unteren Lendenwirbelsäule fanden und sogar bei 97 Patienten fortgeschrittene Lumbosacralarthrosen vorhanden waren. Das bedeutet, daß bei fast allen Patienten, unabhängig von angeborenen oder erworbenen Veränderungen im Lumbosacralbereich, Verschleißerscheinungen vorlagen. Diese Ergebnisse decken sich mit unseren Vorstellungen, daß der lumbosacrale Übergangsbereich — als Lieblingssitz der anatomischen Variationen — statisch und mechanisch außerordentlich stark beansprucht wird, so daß es zweifellos an diesem Ort auch frühzeitig zu statischen Insuffizienzerscheinungen und damit zu einer Instabilität kommen kann.

Betrachtet man nun den lumbosacralen Übergang als organische Stützeinheit, so liegt es auf der Hand, daß infolge statischer Insuffizienz die Verkalkungstendenzen des Bandapparates als Stabilisierungsversuche des Organismus aufzufassen sind.

Ähnliche kompensatorische Regulationsmechanismen findet man z. B. bei der infolge Osteoporose statisch geschwächten Wirbelsäule in Form spondylotischer Abstützungsvorgänge an vorderen und hinteren Wirbelkörperkanten. Im Gegensatz zu Abesser, der mitteilt, daß bei Osteoporosen knöcherne Reaktionen an den Ligamenta iliolumbalia fehlen, fanden wir bei der Durchsicht unseres Materials bei 55 von 111 Patienten mit Verkalkungen bzw. Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia deutliche Osteoporosen.

Es ist immer wieder interessant festzustellen, daß trotz altersabhängiger Abbauvorgänge des Knochens im umgebenden Bindegewebe proliferative Prozesse zur Abstützung und Stabilisierung auftreten können. Obwohl es schwierig ist, für diese Vorgänge begründete Erklärungen abzugeben, so kann man doch sagen, daß durch den Reiz z. B. einer Instabilität noch Bindegewebsreserven mobilisiert und für reparative Vorgänge herangezogen werden können, die unter normalen Bedingungen inaktiv sind und nicht für Umbauvorgänge benutzt werden. Die Ergebnisse der neuzeitlichen Bindegewebsforschung haben gezeigt, daß das Versagen

eines bindegewebigen Typs zum Proliferationsreiz eines im Organismus benachbarten Typs führen kann. WITT sowie COTTA u. DETTMER haben bereits früher darauf hingewiesen. Zweifellos spielen in diesem Zusammenhang auch endokrine und konstitutionelle Faktoren eine Rolle, die die obengenannten Prozesse verzögern oder beschleunigen können. Wir verweisen auf die Untersuchungen von ALBRIGHT, REIFENSTEIN und SZIRMAI.

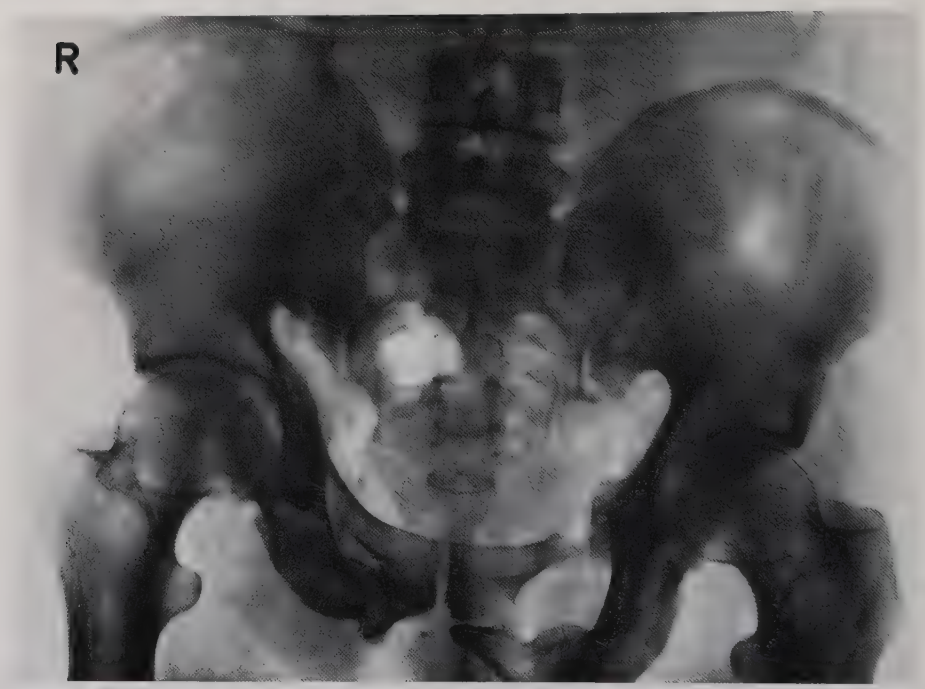

Abb. 15. 1435/58, W. M., ♂, 51 J. Schwerer, doppelseitiger Beckenringbruch mit Gelenkpfanneneinbruch rechts und Lösung der rechten Iliosacralfuge. Zapfenartige Verknöcherung am Ansatzpunkt des rechten Ligamentum iliolumbale am Beckenkamm infolge traumatischen Ausrisses

4. Verkalkungen der Ligamenta iliolumbalia in Abhängigkeit von traumatischen Schädigungen

In der Literatur sind vereinzelt posttraumatische Bandverkalkungen beschrieben (SIMON, JANKER, ODESSKY, JAPPERT). Auch wir konnten in zwei Fällen mit Veränderungen der Bänder die traumatische Genese als gesichert ansehen. In dem einen Fall handelt es sich um einen Zustand nach Granatsplitterverletzung mit destruktiven Veränderungen in der Gegend des Bandansatzes am Beckenkamm. 18 Jahre nach dem Trauma fanden sich auf dieser Seite deutliche Bandverkalkungen.

Bei dem zweiten Fall ist es durch ein direktes Trauma zu einem schweren Beckenringbruch, zentraler Hüftluxation, Zerreißung des rechten Iliosacralgelenks mit Kranialwärtsverschiebung der rechten Beckenhälfte gekommen. Dabei sind zweifellos die Iliolumbalbänder rechts zerrissen worden. 6 Monate nach dem Unfall waren bereits spornatige Verkalkungen am Bandansatz am Beckenkamm (Abb. 15) erkennbar. JAPPERT soll Bandverkalkungen auch bei Verletzungen des Kreuzbeins und des 5. Lendenwirbelkörpers beobachtet haben.

Wie sind die Verkalkungen bzw. die Verknöcherungen der Iliolumbalbänder nach einem Trauma nun zu erklären:

Bei unserem ersten Fall ist anzunehmen, daß durch die Splitterverletzungen und die knöcherne Destruktion am Bandansatz ausgedehnte Blutungen in unmittelbarer Nähe des Bandes vorgelegen haben. Außerdem liegt der Verdacht nahe, daß das Band selbst mitgeschädigt wurde.

Bei dem zweiten Fall ist als gesichert anzunehmen, daß das Ligamentum iliolumbale durch die erhebliche Kranialwärtsverschiebung der einen Beckenschaufel an seinem Ansatzpunkt am Beckenkamm ausgerissen ist.

Bei der Betrachtung dieses Problems müssen die von Palla durch Tierversuch gewonnenen Erkenntnisse, daß ein Trauma die Bildung von Knorpel und Knochengewebe in einer Sehne oder in einem Band auslösen kann, berücksichtigt werden. Außerdem ist dem Schrifttum der letzten Jahrzehnte zu entnehmen, daß in den Sehnen und Bändern Knorpelinseln und Knorpelbildungszellen enthalten sein sollen. Durch ein Trauma werden nun Entartungsvorgänge in den Bändern ausgelöst. Überschreiten die zur Abwehr auftretenden reaktiven Umgestaltungen das normale Ausmaß, so kommt es wie Palla gezeigt hat, zur Entwicklung von Knochengewebe in den geschädigten Bändern, vorausgesetzt, daß ein Überangebot an Kalk vorliegt. Als Knochenbildner treten die polyvalenten Bindegewebszellen auf, die dem Gefäßendothel sowie dem Mesenchymzellager entstammen.

Der zur Ossifikation benötigte Kalk ist meist schon in Form von Kalkablagerungen im Gewebe vorhanden. In seltenen Fällen scheint der Kalk erst während des Verknöcherungsvorganges selbst durch das Blut herangeschafft zu werden. In diesem Zusammenhang spielen Hämatome eine nicht unwesentliche Rolle.

5. Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia bei entzündlichen Wirbelsäulenerkrankungen

Schwere, fast ausschließlich doppelseitige Verknöcherungen der Ligamenta iliolumbalia fanden sich bei den Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, wobei die *entzündlich rheumatischen Wirbelsäulenerkrankungen* (31 Fälle) von den diagnostisch gesicherten *Bechterewschen Erkrankungen* (15 Fälle) getrennt wurden.

Bei der ersten Gruppe handelt es sich fast ausschließlich um *rheumatische Prozesse in den kleinen Wirbelgelenken und in den Costotransversalgelenken.* Die Diagnose wurde auf Grund des klinischen Verlaufs, der Röntgenbefunde und der spezifischen Rheumatests sowie der Blutbefunde gestellt.

Bei der Auswertung der Röntgenbilder fiel auf, daß einmal das Durchschnittsalter bei den entzündlich rheumatischen Wirbelsäulenveränderungen mit 45,0 Jahren 8,3 Jahre unter dem Durchschnittsalter (53,3 Jahre) der übrigen Fälle lag. Ferner waren der Verkalkungs- oder Verknöcherungsgrad auffallend stärker als bei den nichtentzündlichen Wirbelsäulenerkrankungen. Obwohl über die anatomisch-pathologischen Grundlagen des Rheumatismus, insbesondere des periartikulären Rheumatismus noch zahlreiche Unklarheiten herrschen, so dürfte der Begriff der rheumatischen Tendopathie nicht neu sein. Wir wissen aus zahlreichen Veröffentlichungen, daß Verkalkungen und Verknöcherungen von Sehnen und Bändern, insbesondere an deren Insertionspunkten, bei rheumatischen Erkrankungen sehr häufig vorkommen. In diesem Sinne müssen auch die Veränderungen der Iliolumbalbänder aufgefaßt werden. U. E. haben statische Änderungen und die

damit verbundenen Überlastungserscheinungen ätiologisch hierbei keine größere Bedeutung. Bei der Auswertung unserer Röntgenbilder war auch eindeutig festzustellen, daß Fehlstellungen oder Fehlformen, wie wir sie bei den nichtentzündlichen Erkrankungen vorfanden, nicht in dem Maße vorlagen (Abb. 11).

Bei den 15 Fällen mit *Bechterewscher Erkrankung* lag das Durchschnittsalter mit 41,6 Jahren auch wesentlich niedriger. Außerdem waren bei einer großen Zahl (11) der ausgewerteten Röntgenbilder totale Verknöcherungen der Iliolumbalbänder vorhanden. Bei den restlichen 4 handelt es sich um beginnende Bechterewsche Erkrankungen, bei denen z. B. die Iliosacralgelenke oder die kleinen Wirbelgelenke noch nicht vollständig ankylosiert waren (Abb. 12).

Nach den bisher gültigen Lehrmeinungen geschieht die Umwandlung des Kollagengewebes in knöchernes über gewisse Verfestigungsvorgänge der Grundsubstanz mit anschließender Umwandlung in Knorpel, Ablagerung von Kalksalzen im Gewebe und Einlagerungen in das knorplig umgewandelte Bindegewebe. Schließlich entsteht daraus primäres, primitives Knochengewebe, das u. U. anschließend in fertigen, spongiösen Knochen umgewandelt werden kann. Auch hier dürften statische Faktoren bei der Entstehung nur eine untergeordnete Bedeutung haben.

In zwei Fällen fanden sich beginnende Verkalkungen mit Spornbildungen an den Beckenkämmen nach abgeheilter *Spondylitis tuberculosa* des 3. und 4. und des 4. und 5. Lendenwirbelkörpers. In beiden Fällen waren Blockwirbelbildungen mit Veränderungen der Statik (Kyphose und Skoliose) der Lendenwirbelsäule einhergegangen. Unter Berücksichtigung unserer bisherigen Erkenntnisse ist anzunehmen, daß hierbei die statische Umlagerung und die damit verbundenen einseitigen und auch doppelseitigen Überlastungsmomente auslösend in Betracht kommen. In beiden Fällen waren die Bandscheiben zwischen dem 5. Lendenwirbelkörper und dem Kreuzbein wenn auch chondrotisch verändert, so doch noch vorhanden.

Bei einem dritten Fall hatte eine *Osteomyelitis* zu einer partiellen Blockwirbelbildung des 3. und 4. Lendenwirbelkörpers geführt. Es resultierte eine rechtskonvexe Lumbalskoliose mit bereits fortgeschrittenen spondylarthrotischen Veränderungen der unteren Lendenwirbelsäulensegmente. Hier fand sich eine Verknöcherung der Iliolumbalbänder rechts stärker als links (Abb. 13a, b).

E. Zusammenfassung

Bei der Auswertung von 2834 Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule wurden in *157 Fällen* (5,5%) pathologische Veränderungen im Verlauf und an den Insertionspunkten der Ligamenta iliolumbalia festgestellt. Das *Durchschnittsalter betrug 50,5 Jahre. Die Zahl der Frauen war um 23,4% höher als die der Männer.* Hierbei spielen bei den Frauen zweifellos endogene (hormonelle) und exogene Faktoren (Überlastung durch Gewichtszunahme) in diesem Alter eine wesentliche Rolle.

Zur exakten Beurteilung der Ausdehnung der pathologischen Veränderung der Iliolumbalbänder wurden verwertbare Kriterien herausgearbeitet. Wir unterschieden *polsterartige Unregelmäßigkeiten an den Insertionspunkten* an den Beckenkämmen von *schattenartigen Verdichtungen* im Bandverlauf sowie *Verkalkungen von Verknöcherungen.* Auch Formvarianten wurden dabei mit berücksichtigt.

Im speziellen Teil wurden die Veränderungen der Iliolumbalbänder in Abhängigkeit von den angeborenen und erworbenen Schäden des lumbosacralen Übergangs besprochen. Von 157 Fällen waren bei 34 angeborene Formvarianten zu finden. Eine bestimmte Gesetzmäßigkeit ließ sich lediglich bei den einseitigen Assimilationsstörungen finden. Hier lagen die Verkalkungen oder Verknöcherungen des Iliolumbalbandes auf der Seite, die der Angleichung an das Kreuzbein gegenüber lagen. Die Ursache schien einmal in der Instabilität dieser Seite und andererseits in der seitlichen Kippstellung des unteren Lendenwirbelsäulensegments zu liegen. Bei den übrigen angeborenen Lumbosacralveränderungen waren die gleichen Ursachen wie bei den erworbenen Schäden maßgeblich beteiligt.

Bei der Auswertung der Fälle mit Verkalkungen oder Verknöcherungen der Iliolumbalbänder durch *erworbene Veränderungen* konnte festgestellt werden, daß *statische und mechanische Faktoren als entscheidende Ursache in Betracht kommen.*

Bei *51 Lumbalskoliosen* waren in *38 Fällen* verschiedenartigste Überlastungserscheinungen der *Ligamenta iliolumbalia auf der konvexen Seite der Skoliose* vorhanden. Diese Beobachtungen stehen im krassen Gegensatz zu den bisherigen Veröffentlichungen. Bisher wurden Überlastungserscheinungen fast ausschließlich auf der konkaven Seite der Skoliose beschrieben. Unsere Auswertungen haben ergeben, daß die *Position des* 5. Lendenwirbelkörpers und die *Höhe des Kreuzbeinplateaus* überwiegenden Anteil an der einseitig vermehrten Zugbeanspruchung der Ligamenta iliolumbalia haben, wobei Kippstellungen des 5. Lendenwirbelkörpers und Schrägstellungen des Kreuzbeinplateaus entscheidend mitwirken. Torsionsmechanismen können hierbei weitgehend unberücksichtigt bleiben, da der 5. Lendenwirbelkörper infolge seiner festen Verankerung pathologische Drehbewegungen kaum ausführt.

Pathologische Überlastungserscheinungen auf der Konkavseite der Skoliose waren ausschließlich bei Hochstellung des Kreuzbeinplateaus und damit des 5. Lendenwirbelkörpers vorhanden. Ganz offensichtlich ist bei diesen Fällen eine vermehrte Zugbeanspruchung der Iliolumbalbänder durch Auseinanderrücken der Ansatz- und Ursprungspunkte auf der Konkavseite eingetreten.

Bei den anderen Formen erworbener Veränderungen (Steilstellungen der Lendenwirbelsäule, Sacrum acutum, Sacralskoliose) konnten Änderungen der Statik und Mechanik des lumbosacralen Übergangs als maßgebliche Faktoren immer wieder beobachtet werden. Dabei hatte man den Eindruck, daß die Verkalkungen bzw. die Verknöcherungen der Iliolumbalbänder ein kompensatorisches Stabilitätsbestreben des Organismus darstellen.

Auffallend war die Tatsache, daß bei *schweren Fehlformen* der Wirbelsäule, die bereits seit der Kindheit oder dem jugendlichen Alter bekannt waren, durch die frühzeitige Anpassung des Organismus im Sinne der Form und Funktion so gut wie keine Überlastungserscheinungen der Ligamenta iliolumbalia beobachtet wurden.

Betrachtet man die Iliolumbalveränderungen in Abhängigkeit von degenerativen Veränderungen des lumbosacralen Übergangs, so fanden sich in 83,7% der Fälle mittelgradige bis schwere osteochondrotische und spondylarthrotische Veränderungen, wobei die lumbosacralarthrotischen Veränderungen bei weitem überwiegten. Diese Zahlen untermauern die Feststellung, daß der lumbosacrale Übergangsbereich statisch und mechanisch übermäßig stark beansprucht wird. Auch hierbei

sind die Verkalkungen oder Verknöcherungen der Iliolumbalbänder als *Stabilisierungsvorgang* zur Verminderung erhöhter statischer Insuffizienzerscheinungen aufzufassen. Die zwei Fälle mit Veränderungen der Ligamenta iliolumbalia *nach traumatischen* Schäden haben gezeigt, daß direkte Schädigungen (Zerreißungen, Ausriß der Ansatzpunkte) Entartungsreaktionen im Sinne von Verknöcherungen hervorrufen können.

Schwere meist doppelseitige Verkalkungen und Verknöcherungen der Iliolumbalbänder konnten bei den *31 Fällen mit entzündlichen rheumatischen Wirbelsäulenerkrankungen* und bei den 15 Fällen mit Morbus Bechterew festgestellt werden. Das Durchschnittsalter lag bei diesen Patienten 8,3–11,7 Jahre unter dem Durchschnittsalter der übrigen Fälle. Außerdem waren die Verknöcherungsgrade wesentlich intensiver.

Diese Veränderungen der Bänder und ihrer Insertionspunkte bei Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises sind sehr häufig. Sie stehen mit statischen Insuffizienzerscheinungen in keinem Zusammenhang, sondern sind eine Folge der allgemeinen Verknöcherungstendenz des Bindegewebes bei Kollagenosen.

Die übrigen drei Fälle mit Veränderungen der Iliolumbalbänder bei partiellen oder totalen Blockwirbelbildungen der unteren Lendenwirbelsäulensegmente nach Spondylitis tuberculosa und Osteomyelitis wiesen statische Insuffizienzerscheinungen des lumbosacralen Übergangs auf, so daß wir geneigt sind, in diesen Fällen unphysiologische Überbeanspruchungen als Ursache der Verkalkungstendenzen anzunehmen. Eine direkte Einwirkung der Entzündung ist bei der Lokalisation der destruktiven Wirbelsäulenveränderung sehr unwahrscheinlich.

Literatur

Abesser, E. W.: Die Verknöcherung des Ligamentum iliolumbale bei Lumbalskoliosen. Z. Orthop. **92**, 370 (1960).

Albright, F., and E. C. Reifenstein: The paratyreoid glands and metabolic diseases. Baltimore: Williams and Wilkins 1948.

Banfield, W. G.: Aging of connectiv tissue in: Connective tissue in health and diseases, p. 151. Kopenhagen: Munksgaard 1954.

Bauer, K. H., u. L. Bode: Erbpathologie der Stützgewebe beim Menschen. Handbuch der Erbbiologie des Menschen, Bd. III. Berlin: Springer 1940.

Benninghoff, A.: Lehrbuch der Anatomie. München: Urban & Schwarzenberg 1952.

Blencke, A. v.: Die Verknöcherung des Ligamentum iliolumbale. Zbl. Chir. **9**, 514 (1931).

Boebel, R.: Anatomische Untersuchungen am Ligamentum iliolumbale. Z. Orthop. **95**, 131 (1962).

Braus, E.: Anatomie des Menschen, Bd. I. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1954.

Brocher, I. E. W.: Die Wirbelverschiebungen der Lendengegend. Stuttgart: Thieme 1953.

Bürger, M.: Die Transmineralisation der menschlichen Gewebe als Ausdruck ihrer Biomorphose. Dtsch. med. Wschr. **85**, 1493 (1960).

Chapchal, G.: Das Ligamentum iliolumbale im Lichte der Form-Funktions-Problematik der Lendenwirbelsäule. Verh. dtsch. orthop. Ges. **45**, 86 (1958).

Cotta, H., u. N. Dettmer: Ergebnisse der Bindegewebsforschung und ihre Bedeutung für Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparats. Arch. orthop. Unfall-Chir. **52**, 217 (1960).

Dihlmann, W.: Typische Überlastungsschäden der vorderen iliosacralen Gelenkkapsel und ihrer Bänder. Fortschr. Röntgenstr. **99**, 667 (1963).

Doub, H. P.: The role of ligamentous calcification in lower back pain. Amer. J. Roentgenol. **12**, 168 (1924).

Egli, A.: Beitrag zur Kenntnis der Fehlbildungen am Kreuzbein. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. **112**, 245 (1942).
Fick, R.: zit. n. G. Chapchal.
Janker, R.: Fehlerquellen in der Röntgendiagnostik. Chirurg, **3**, 53 (1931).
Jappert: zit. n. G. Chapchal.
Junghanns, H.: Pathologie der Wirbelsäule. Handbuch der speziellen Pathologischen Anatomie, Bd. XI, Teil 4, S. 216. Berlin: Springer 1939.
Koehler, A.: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts. Stuttgart: Thieme 1955.
Lehmann, E.: Verkalkung des Ligamentum iliolumbale. Dtsch. Z. Chir. **232**, 674 (1931).
Liek, E.: Anatomische Abweichungen im Bereich der unteren Wirbelsäule. Münch. med. Wschr. **6**, 1448 (1928).
Lowman, C.: ref. in: Zbl. Chir. **3**, 885 (1927).
Odessky, J.: Über die Verkalkung des Ligamentum iliolumbale. Arch. orthop. Unfall-Chir. **31**, 316 (1931).
Palla, F.: Beitr. klin. Chir. **63**, 243 (1909).
Petersen, H.: Grundriß der Histologie und mikroskopischen Anatomie des Menschen. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1950.
Reisner, A.: Die Verknöcherung des Ligamentum iliolumbale und iliosacrale. Röntgenpraxis **3**, 1026 (1931).
Rettig, H.: Patho-Physiologie angeborener Fehlbildungen der Lendenwirbelsäule. Z. Ortho. (Beilageheft) **91** (1959).
Schneider, H.: Die Abnützungserkrankungen der Sehnen und ihre Therapie. Stuttgart: Thieme 1959.
Schultz, A. H.: Proc. Amer. philosoph. Soc. **94**, 61 (1950).
Seeliger, P.: Langenbecks Arch. klin. Chir. **147**, 19 (1927).
Simon, W.: Die Verknöcherung des Ligamentum iliolumbale. Acta chir. scand. **67**, 767 (1930).
Sorge, F.: Der 5. Lendenwirbel — eine anatomisch-röntgenologische Studie. Arch. orthop. Unfall-Chir. **32**, 72 (1933).
Szirmai, J. A.: The effect of testosteron proprionate on the connective tissue of the head appendices and the skin of the capon. Anat. Rec. **105**, 337 (1949).
Weidenreich, F.: Das Knochengewebe. Handb. mikroskop. Anat. d. Menschen. Berlin: Springer 1930.
Witt, A. N., u. N. Dettmer: Über Alterungsprobleme aus der Sicht der Orthopädie. Arch. orthop. Unfall-Chir. **54**, 532 (1962).

Anne-Dorothea Cotta, 1 Berlin-Dahlem, Clay-Allee 229,
Orthopädische Klinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim

Druck von J. P. Peter, Gebr. Holstein, Rothenburg o. d. Tbr.

Lebenslauf

Am 9. September 1938 wurde ich als Tochter des Frauenarztes Dr. med. KARL-HEINZ MEYER-HENNING und seiner Ehefrau, der Ärztin Dr. med. HELGA geb. FÖRTSCH, in Berlin geboren.

Nach der Volksschule besuchte ich die Malvida-von-Meysenbug-Schule in Berlin-Nikolassee, wo ich im März 1956 die Reifeprüfung bestand. Im Sommersemester 1956 begann ich an der Freien Universität Berlin Medizin zu studieren und legte am 30. Oktober 1958 die ärztliche Vorprüfung ab. Während des ganzen Studiums blieb ich an der Freien Universität Berlin immatrikuliert und bestand am 1. November 1962 das Staatsexamen.

Seit dem 6. Dezember 1958 bin ich mit dem Privat-Dozenten Dr. med. Horst Cotta verheiratet. In den Jahren 1961 und 1964 wurden meine Söhne Jan Christoph und Georg Philipp geboren.